



(11) **EP 1 738 895 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.01.2007 Patentblatt 2007/01

(51) Int Cl.:
B32B 5/28 (2006.01) E05D 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05014009.4**

(22) Anmeldetag: **29.06.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder:
• **Priegelmeir, Walter**
86663 Bäumenheim (DE)
• **Heilmeier, Gerhard**
80639 München (DE)

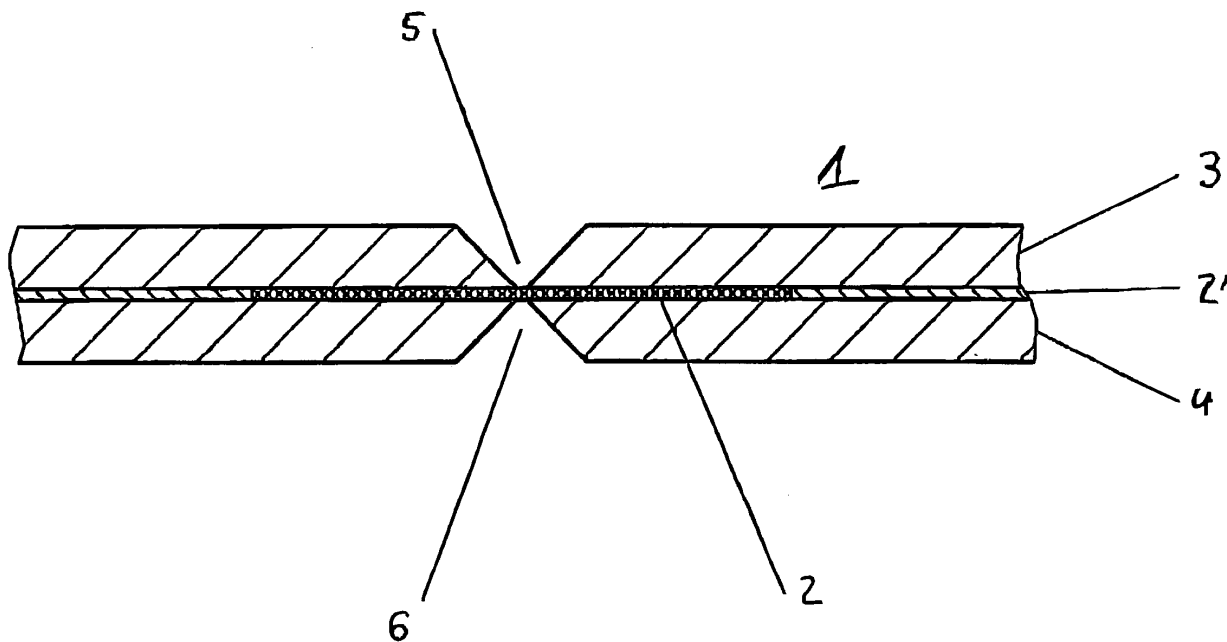
(71) Anmelder: **SGL CARBON AG**
65203 Wiesbaden (DE)

(54) **Gelenk**

(57) Ein zuverlässig einer hohen Anzahl von Belastungszyklen standhaltendes Gelenk wird vorgeschlagen, das eine zwischen zwei entlang der Knicklinie je-

weils out einer Trennfuge versehenen Schichten aus einem faserverstärktem Verbundwerkstoff von hoher Steifigkeit eingebettete Schicht aus einem koiekbaren faserverstärkten Verbundwerkstoff enthält.

Figur 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gelenk (Schamier).

[0002] Aus der Patentschrift DE 197 18 671 C1 ist ein Gelenk für Anwendungen in der Raumfahrt bekannt. Dieses Gelenk wird gebildet durch einen Streifen eines ausgehärteten Verbundwerkstoffs, der aus zwei miteinander verbundenen faserverstärkten Materialien besteht, wobei eines dieser Materialien eine geradlinig verlaufende Trennfuge, beispielsweise mit U- oder V-förmigem Querschnitt aufweist und das andere Material im Bereich der Trennfuge geknickt wird. Für die knickbare Schicht geeignet sind Fasermaterialien mit hoher Bruchdehnung wie z.B. mit Aramid-, Polyethylen-, Polyamid- oder Polyesterfasern verstärkter Kunststoff. Die mit der Trennfuge versehene Schicht besteht aus mit Carbon-, Glas-, Keramik- oder Borfasern verstärktem Kunststoff.

Bei der Fertigung dieses Gelenks wird auf einer prismatischen Vorrichtung ein mehrlagiger Aufbau aus Fasergewebe hergestellt und mit Standardverfahren ausgehärtet. Die Dicken der einzelnen Lagen sowie der Lagenaufbau richten sich nach dem Einsatzzweck. Die erste Lage besteht dabei vorzugsweise aus Aramid oder ähnlichen Fasern, die Folgelage(n) aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK).

Im nächsten Schritt wird die Kante durch Abschleifen gebrochen. Dabei wird die CFK-Schicht solange abgeschliffen, bis unter dem schwarzen CFK-Laminat ein schmaler Streifen der gelben Aramidfaser zum Vorschein kommt. Diese Vorgehensweise erlaubt eine sehr gute Kontrolle der Menge des zu entfernenden Materials und stellt den eigentlichen Grund dar, die Fertigung in bereits abgewinkelter Konfiguration zu beginnen. Das Bauteil wird dann entformt und aufgekniekt, wodurch die in der Aramidlage noch enthaltene Harzmenge entlang des Knicks abplatzt, ohne dass die Fasern brechen. Besondere Vorteile dieser Gelenke sind der einfache Aufbau, der wenig aufwändige Fertigungsprozess und das geringe Gewicht.

Derartige Gelenke sind aber nur für eine begrenzte Anzahl von Drehvorgängen während ihrer Lebensdauer vorgesehen. Für viele Anwendungsfälle in der Raumfahrt ist sogar ein nur einmaliger Drehvorgang des Gelenks erforderlich, z.B. beim Ausklappen von Solargeneratoren oder flachen Antennen oder bei der Entfaltung von Antennenschalen.

[0003] Die Eignung dieser Art von Gelenken für eine nur begrenzte Anzahl von Dreh- bzw. Klappvorgängen ist ein entscheidender Nachteil, denn dadurch verbietet sich ihr Einsatz in Vorrichtungen, in denen ein Gelenk einer häufigen Beanspruchung unterliegt, d.h. eine große Anzahl von Dreh- oder Klappvorgängen zuverlässig bewältigt werden muss, beispielsweise in medizintechnischen Vorrichtungen.

Der Aufbau des Gelenks gemäß DE 197 18 671 C1 ist insofern unzureichend, als dass die Oberfläche der Aramidfaserschicht frei liegt. Dadurch ist diese für die Funk-

tion des Gelenks unabdingbare Schicht unmittelbar den verschiedensten Verschleißwirkungen ausgesetzt.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Gelenk bereitzustellen, das einer großen Anzahl von Belastungszyklen zuverlässig standhält.

Das Gelenk soll insbesondere für den Einsatz in röntgenmedizinischen und -technischen Anwendungen geeignet sein. Bei der Werkstoffauswahl für diesen Anwendungsbereich des erfindungsgemäßen Gelenks ist zu berücksichtigen, dass das Gelenk für Röntgenstrahlung ohne störende Bildung von Artefakten durchstrahlbar sein muss.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Gelenk, in welchem sich eine Schicht aus einem flexiblen knickbaren faserverstärkten Verbundwerkstoff zwischen zwei Schichten aus einem faserverstärkten Verbundwerkstoff von hoher Festigkeit und Steifigkeit befindet. Diese steifen äußeren Schichten sind an der Knicklinie (d.h. an der Drehachse der Klappbewegung) jeweils mit einer Trennfuge versehen. Das erfindungsgemäße Gelenk enthält also eine zwischen zwei entlang der Knicklinie jeweils mit einer Trennfuge versehenen Schichten aus einem faserverstärkten Verbundwerkstoff von hoher Steifigkeit eingebettete Schicht aus einem knickbaren faserverstärkten Verbundwerkstoff, die bei Betätigung des Gelenks entlang der Trennfugen geknickt wird.

[0006] Im Gegensatz zum Stand der Technik entsprechend DE 197 18 671 C1 befindet sich in dem erfindungsgemäßen Gelenk das für seine Funktion unerlässliche knickbare Material im Inneren des Gelenks zwischen zwei aus einem Werkstoff hoher Festigkeit bestehenden Schichten. Nur unmittelbar am Grund der Trennfugen ist die Oberfläche des knickbaren Materials freigelegt. Auf diese Weise ist das knickbare Material im erfindungsgemäßen Gelenk weitgehend vor äußeren Verschleißwirkungen geschützt.

[0007] Weitere Details, Ausführungsformen und vorteilhafte Wirkungen der Erfindung gehen aus der folgenden ausführlichen Beschreibung und der Figur hervor.

[0008] Die Figur 1 zeigt eine Schnittdarstellung einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gelenks.

[0009] Die knickbare innere Schicht 2 aus faserverstärktem Verbundwerkstoff enthält ein Gewebe oder ein anderes flächiges textiles Gebilde aus Fasern mit hoher Bruchdehnung, vorzugsweise Aramidfasern. Die Matrix des Verbundwerkstoffs wird durch Polyurethanharz gebildet, mit dem das Gewebe imprägniert ist.

Anstelle der Aramidfasern können andere Fasern mit hoher Bruchdehnung eingesetzt werden.

[0010] Die Schichten 3 und 4 werden beispielsweise aus carbonfaserverstärktem Kunststoff CFK gebildet. Diese Schichten enthalten Gewebe oder andere flächige textile Gebilde aus Carbonfasern. Die Matrix des CFK wird durch Epoxidharz gebildet, mit dem das Carbonfasergewebe imprägniert ist.

CFK ist aufgrund seiner hohen Röntgentransparenz für die Anwendung des erfindungsgemäßen Gelenks in

röntgentechnischen Vorrichtungen der bevorzugte Werkstoff. Die geringe Absorption von Röntgenstrahlung durch CFK ermöglicht bei gleichbleibender diagnostischer Qualität das Arbeiten mit einer niedrigen Röntgenintensität. Durch die guten mechanischen Eigenschaften des CFK kommt man gegenüber den bisher eingesetzten Werkstoffen mit geringeren Bauteildicken aus.

Im folgenden wird die Erfindung beispielhaft für Gelenke aus dem bevorzugten Werkstoff CFK beschrieben. Je nach Anwendungsfall kann anstelle von CFK aber auch mit Glas- oder Keramikfasern verstärkter Verbundwerkstoff zum Einsatz kommen.

[0011] Die Verstärkungsfasern in der Schicht 2 oder/und in den Schichten 3 und 4 können beispielsweise in Form von Geweben, Gelegen, insbesondere unidirektionale Gelegen (UD-Gelegen), oder Bändern vorliegen.

[0012] Wird für die knickbare Schicht 2 ein durch ein Gewebe verstärkter Werkstoff verwendet, so wird dieser Werkstoff in der Schicht 2 bevorzugt so angeordnet, dass die sich kreuzenden Kett- und Schussfäden des Gewebes im Winkel von + und -45° zu den Trennfugen verlaufen. Dadurch wird eine gleichmäßige Verteilung der Belastung auf die Kett- und die Schussfäden erreicht.

[0013] Wenn die knickbare Schicht 2 durch ein UD-Gelege verstärkt ist, so wird das Material in der Schicht 2 bevorzugt so angeordnet, dass die Faserstränge senkrecht zur Trennfuge verlaufen, um eine belastungsgerechte Verstärkung zu gewährleisten.

[0014] Die Trennfugen 5, 6 in den Schichten 3 und 4 sind als Nuten mit V-förmigem oder U-förmigem Querschnitt ausgebildet. Trennfugen mit V-förmigem Querschnitt werden bevorzugt, weil hier die freigelegte Oberfläche des Materials 2 minimal ist (idealerweise nur entlang der Linie, an der die Nutflanken zusammentreffen).

[0015] Figur 1 zeigt schematisch den Aufbau einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gelenks 1. Der Einsatz des flexiblen Materials ist auf die unmittelbare Umgebung der Knicklinie beschränkt. Diese Ausführungsform des Gelenks 1 umfasst eine erste und eine zweite äußere Schicht 3, 4 aus einem faserverstärkten Verbundwerkstoff von hoher Festigkeit und Steifigkeit, z.B. CFK, jeweils mit einer Trennfuge 5, 6 entlang der Knicklinie, und eine ebenfalls aus einem faserverstärkten Verbundwerkstoff von hoher Festigkeit und Steifigkeit, z.B. CFK, ausgebildete Zwischenschicht 2' zwischen den äußeren CFK-Schichten 3, 4. Die Zwischenschicht 2' ist entlang der Knicklinie unterbrochen, und im Bereich dieser Unterbrechung ist ein knickbarer Streifen 2, beispielsweise aus einem Aramidfaserlaminat eingebettet. Der Streifen erstreckt sich vorzugsweise jeweils auf ungefähr 15 bis 20 mm nach beiden Seiten von der Knicklinie. Oberhalb und unterhalb des knickbaren Streifens 2 befinden sich die Trennfugen 5 und 6, entlang derer bei Betätigung des Gelenks der knickbare Streifen 2 geknickt wird.

[0016] Bei der Herstellung des in Figur 1 dargestellten Gelenks wird zunächst der Streifen 2 gefertigt, indem ein Laminat der gewünschten Stärke durch Übereinander-

legen mehrerer Lagen aus Aramidfasermaterial geformt wird. Jede neu aufgelegte Aramidfaserlage wird mit dem matriobildenden Polyurethanharz bestrichen. Anschließend wird der Stapel verpresst und aus dem so hergestellten Laminat werden Streifen mit den gewünschten Abmessungen geschnitten. Wenn das knickbare Material 2 beispielsweise nach beiden Seiten der Knicklinie eine Ausdehnung von 15 bis 20 mm aufweisen soll, sind also Streifen mit einer Breite von 30 bis 40 mm nötig.

Der Streifen 2 wird auf den in bekannter Weise durch Übereinanderlegen von CFK-Prepregs hergestellten Vorläufer der ersten CFK-Schicht 3 aufgelegt. Zu beiden Seiten des Streifens 2 werden durch Übereinanderlegen einer entsprechenden Anzahl weiterer Lagen CFK-Prepreg Vorläufer für die CFK-Schicht 2' gebildet, deren Stärke der des Streifens 2 im Gelenk entspricht. Die Kanten der Schichten 2 und 2' stoßen unmittelbar aneinander. Darüber werden die für die Bildung der CFK-Schicht 4 benötigten Lagen CFK-Prepreg gelegt.

Der so erhaltene Schichtaufbau wird anschließend in bekannter Weise ausgehärtet, beispielsweise unter Druck in einer Presse. Im ausgehärteten Zustand werden die Schichten 3 und 4 durch mechanische Bearbeitung mit den Trennfugen 5, 6 versehen.

[0017] Die Haftung zwischen der mit Aramidfasern verstärkten Schicht 2 und der CFK-Schicht 3 bzw. 4 wird verbessert, wenn die Oberflächen der mit Aramidfasern verstärkten Schicht aufgeraut sind. Dies lässt sich erreichen, indem der Stapel Aramidfaserlagen zwischen zwei Lagen aus sogenanntem peel ply laminiert wird. Entsprechende Materialien sind dem Fachmann bekannt. Die peel plies werden unmittelbar vor dem Auflegen des Aramidstreifens auf die CFK-Schicht 3 bzw. unmittelbar vor dem Auflegen der CFK-Schicht 4 vom Aramidstreifen 2 abgezogen und hinterlassen dort eine aufgeraute Oberfläche.

[0018] Belastungstests haben gezeigt, dass mit den erfindungsgemäßen Gelenken über 50.000 Klappzyklen zuverlässig ohne Verschleißerscheinungen ausgeführt werden können.

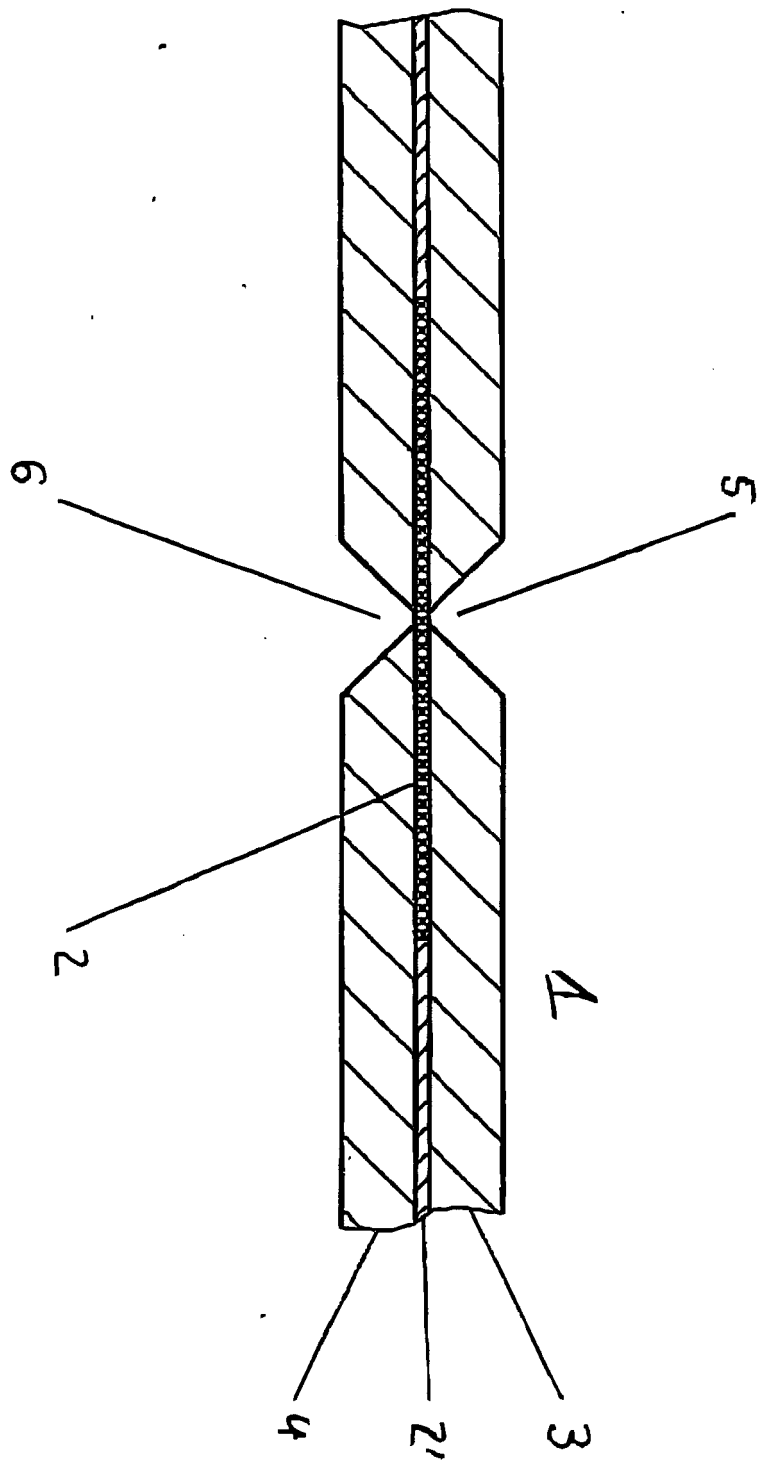
[0019] Das erfindungsgemäße Gelenk kann beispielsweise zur Positionierung einer Schädelschale für Röntgenaufnahmen benutzt werden. Durch Knicken des Gelenks entlang der Trennfugen wird die Schädelschale, die ihrerseits mit einem Abstützungsmechanismus versehen ist, aus der waagerechten Position um den gewünschten Winkel nach oben oder nach unten geklappt, beispielsweise +/- 15°. Tests mit Prototypen zeigten, dass die Röntgentransparenz des erfindungsgemäßen Gelenks ausreichend ist, so dass die Qualität der Aufnahmen nicht beeinträchtigt wird.

Patentansprüche

1. Gelenk, umfassend
eine Schicht aus einem knickbaren flexiblen faserverstärkten Verbundwerkstoff dessen Verstär-

- kungsfasern eine hohe Bruchdehnung aufweisen, zwischen zwei Schichten aus einem faserverstärkten Werkstoff von hoher Festigkeit und Steifigkeit, wobei die beiden Schichten aus dem faserverstärkten Werkstoff von hoher Festigkeit und Steifigkeit entlang der Linie, die die Drehachse der Klappbewegung des Gelenks darstellt (Knicklinie), jeweils mit einer Trennfuge versehen sind und die Schicht aus dem flexiblen faserverstärkten Werkstoff bei Betätigung des Gelenks entlang dieser Trennfugen geknickt wird.
2. Gelenk (1), umfassend eine erste und eine zweite äußere Schicht (3, 4) aus einem faserverstärkten Verbundwerkstoff von hoher Festigkeit und Steifigkeit jeweils mit einer Trennfuge (5, 6) entlang der Knicklinie, eine Zwischenschicht (2') aus einem faserverstärkten Verbundwerkstoff von hoher Festigkeit und Steifigkeit, die im Bereich der Knicklinie unterbrochen ist, mit einem im Bereich dieser Unterbrechung eingebetteten Streifen (2) aus einem knickbaren faserverstärkten Kunststoff mit einer Ausdehnung von vorzugsweise ungefähr 15 bis 20 mm nach beiden Seiten der Knicklinie, der bei Betätigung des Gelenks entlang dieser Trennfugen geknickt wird.
3. Gelenk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkungsfasern des knickbaren Verbundwerkstoffs Aramidfasern sind und die Matrix Polyurethanharz.
4. Gelenk nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächen der mit Aramidfasern, verstärkten Schicht (2) aufgeraut sind.
5. Gelenk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbundwerkstoff hoher Steifigkeit und Festigkeit ein carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK) ist mit einer Matrix aus Epoxidharz.
6. Gelenk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkungsfasern in den Verbundwerkstoffen (2, 2', 3, 4) in Form von Geweben, Bädern, Gelegen oder unidirektionalen Gelegen vorliegen.
7. Gelenk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der knickbare Verbundwerkstoff (2) durch ein Gewebe verstärkt ist und im Gelenk so angeordnet ist, dass die sich kreuzenden Kett- und Schussfäden des Gewebes im Winkel von + und -45° zu den Trennfugen (5, 6) verlaufen.
8. Gelenk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der knickbare Verbundwerkstoff (2) durch ein unidirektionales Gelege verstärkt ist und im Gelenk so angeordnet ist, dass die Faserstränge des Geleges senkrecht zu den Trennfugen (5,6) verlaufen.
9. Gelenk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennfugen (5, 6) einen V- oder U-förmigen Querschnitt haben.
10. Verwendung des Gelenks nach Anspruch 5 in röntgenmedizinischen oder -technischen Vorrichtungen.

Figure 1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 4009

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 1 085 152 A (ADVANCED TECHNOLOGY INSTITUTE OF COMMUTER-HELICOPTER, LTD) 21. März 2001 (2001-03-21)	1,2	B32B5/28 E05D1/02
Y	* Absätze [0036], [0039], [0040]; Abbildungen 8b, 8c *	3-5	
X	US 5 945 053 A (HETTINGA ET AL) 31. August 1999 (1999-08-31)	1,2	
Y	* Spalte 5, Zeilen 40-58; Abbildung 5a *	3-5	
A	EP 0 939 029 A (EUROCOPTER DEUTSCHLAND GMBH) 1. September 1999 (1999-09-01) * Abbildung 3 *	1-10	
A	DE 14 75 532 A1 (MOLLENKAMP, THOMAS H) 27. März 1969 (1969-03-27) * Abbildungen 4-6 *	1,2	
A	US 5 463 794 A (ERLAND ET AL) 7. November 1995 (1995-11-07) * Abbildung 12 *	1-10	
D, A	EP 0 875 647 A (DORNIER GMBH) 4. November 1998 (1998-11-04) * Anspruch 1 *	1,2	B32B E05D
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 14, 31. Dezember 1998 (1998-12-31) & JP 10 252018 A (MITSUBISHI CHEM CORP), 22. September 1998 (1998-09-22) * Zusammenfassung *	3-5	
X	DE 199 55 007 A1 (HACK, ACHIM; PANKRATH, ASTRID; KRESER, WOLFGANG; BUEDEL, MARTIN A) 17. Mai 2001 (2001-05-17) * Spalte 1, Zeilen 39-41; Abbildung 2 *	1,2	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. Oktober 2005	Prüfer Schweissguth, M
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 01 4009

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-10-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1085152 A	21-03-2001	JP 3451041 B2	29-09-2003
		JP 2001080589 A	27-03-2001
		US 6474945 B1	05-11-2002
US 5945053 A	31-08-1999	DE 19910309 A1	16-09-1999
		FR 2775927 A1	17-09-1999
		GB 2335232 A	15-09-1999
		JP 11342527 A	14-12-1999
EP 0939029 A	01-09-1999	DE 19808196 A1	09-09-1999
		US 6168379 B1	02-01-2001
DE 1475532 A1	27-03-1969	KEINE	
US 5463794 A	07-11-1995	US 5318422 A	07-06-1994
EP 0875647 A	04-11-1998	DE 19718671 C1	04-03-1999
JP 10252018 A	22-09-1998	KEINE	
DE 19955007 A1	17-05-2001	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19718671 C1 [0002] [0003] [0006]